

GEOLOGIE DE LA RESERVE NATURELLE DE LA FORET D'ALETSCHE (VALAIS - SUISSE)

par Anne Crisinel ¹, Lausanne

I. INTRODUCTION

Ce travail a été entrepris sur la demande de la Ligue Suisse pour la Protection de la Nature (LSPN), qui désirait posséder une carte géologique détaillée au 1 : 5000 comme base de travail pour différentes recherches menées dans la réserve.

Mis à part le travail de cartographie, j'ai fait une étude plus complète des roches en lame mince, ce qui peut être un complément intéressant pour la compréhension de l'histoire des roches, pour le géologue comme pour le simple promeneur.

Situation géologique

La réserve de la Forêt d'Aletsch se situe sur le versant gauche de la vallée occupée par le Grand Glacier d'Aletsch, au Nord de Riederalp.

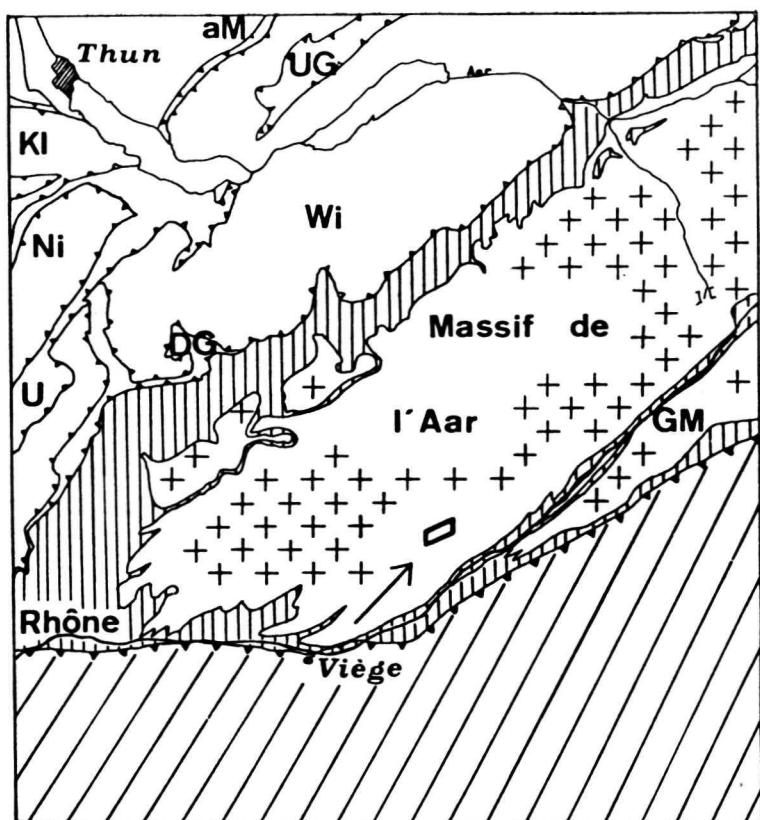
Du point de vue géologique, cette région appartient au massif cristallin de l'Aar.

Ce massif cristallin externe affleure grâce à un bombement tectonique d'âge tertiaire et à l'érosion des sédiments mésozoïques qui le recouvraient (fig. 1).

Ce massif cristallin est formé essentiellement par:

- un vieux socle, principalement des gneiss migmatitiques;
- des intrusions de granites hercyniens: le granite central de l'Aar, le granite de Gastern, etc.;

¹ Institut de Géologie de l'Université de Lausanne.



Domaine pennique



Mésozoïque autochtone et parautochtone



Massifs cristallins externes

GM Massif du Gotthard



Nappes helvétiques, ultrahelvétiques et des Préalpes

DG Nappe des Diablerets-Gellihorn

Wi Nappe du Wildhorn

U Nappes ultrahelvétiques

UG Flysch du Gurnigel

KI Nappe des Préalpes médianes

Ni Nappe du Niesen

aM Molasse charriée à la bordure Nord des Alpes

Fig. 1. Situation géologique de la réserve naturelle de la forêt d'Aletsch (extrait de la carte tectonique de la Suisse au 1 : 500 000, 1972).

— des synclinaux de sédiments carbonifères présents uniquement dans les parties N et E du massif.

La réserve naturelle de la Forêt d'Aletsch est située dans la partie méridionale du massif de l'Aar, dans le vieux socle.

II. ETUDE DES ROCHES

A. Généralités

La majorité des roches appartient au vieux socle. Il s'agit de gneiss migmatitiques à schistosité alpine tertiaire bien marquée (direction NE - pendage subvertical).

La cartographie permet de distinguer quatre catégories de roches dans ce vieux socle:

- a) Gneiss leucocrates à deux feldspaths;
- b) Gneiss granitiques à phénocristaux de quartz;
- c) Gneiss mésocrates;
- d) Microgranite.

Ces roches contiennent des enclaves basiques plus ou moins abondantes. Celles-ci seront décrites avec leur roche encaissante.

De plus, ce socle est parcouru par des roches filoniennes de trois types différents:

- a) Porphyres quartzifères;
- b) Roches filoniennes intermédiaires leucocrates;
- c) Aplites.

La composition minéralogique des échantillons est reportée dans un tableau général, avec leur pourcentage modal estimé (table 1).

B. Le vieux socle

a) *Gneiss leucocrates à deux feldspaths*

Ces roches affleurent sur la majeure partie du terrain étudié. La composition minéralogique de ces gneiss est assez constante, mais leur structure macroscopique varie souvent. En général, la structure est micro-oëillée; les gneiss sont à grain assez fin, contenant des yeux de feldspath

dont la taille moyenne est d'environ 0,5 cm. Mais la structure peut devenir œillée, avec des yeux de feldspath atteignant 5 cm de longueur. Ces yeux ne sont pas alignés préférentiellement selon la schistosité alpine. Ils sont soit idiomorphes, soit arrondis. Au contraire, la structure peut devenir plus fine, les feldspaths ne dépassant pas 0,2 cm.

Ces gneiss, homogènes en général, peuvent parfois contenir des schlierens apparus lors de la migmatisation, reliques magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires antérieures à la migmatisation des roches.

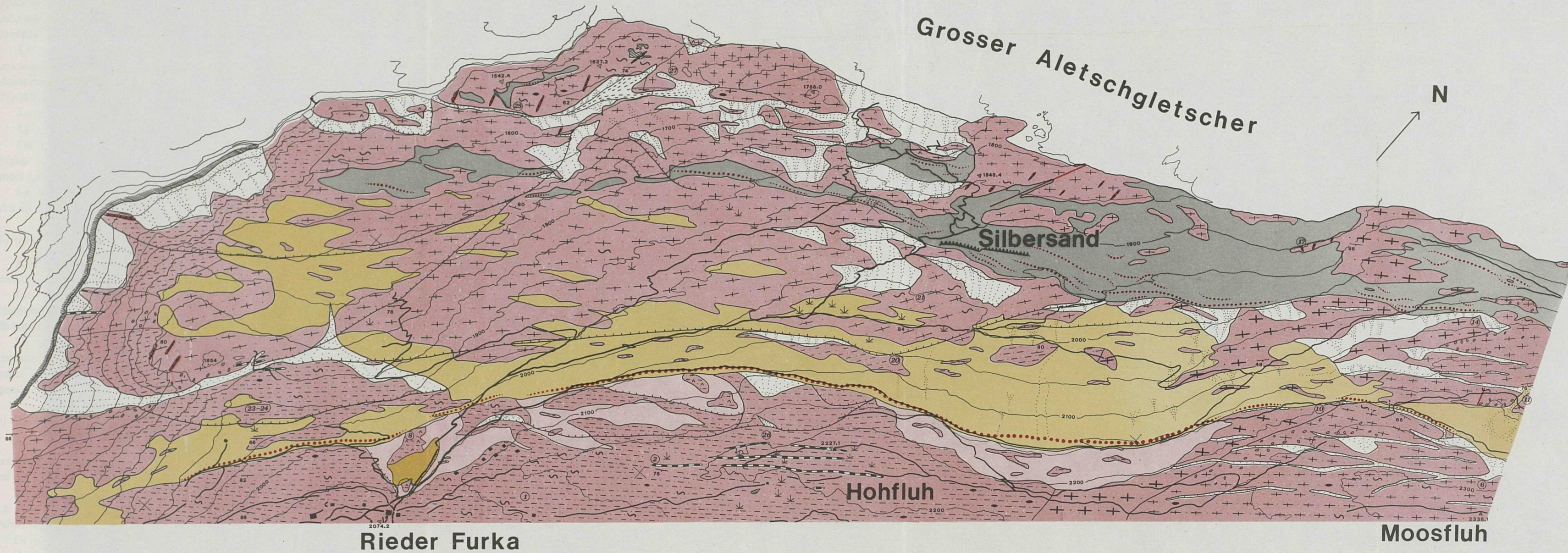
	Echantillons	Feldspaths		Quartz	Biotite			Séricite	Actinote	Minéraux accessoires							
		Albite *	Microcline		Brun rouge	Brun olive	Chlorite			Epidotes	Sphène	Grenat	Carbonate	Zircon	Apatite	Opacques	
Gneiss leuco- crates à deux feldspaths	11				—	+	+	—	+	+	—	—	—	+	—	+	
	21				—	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	+	
	25				—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	+	—	
Gneiss à phéno- cristaux de quartz	10				—	+		—	+	+	—	—	—	—	—	+	
	14				—	+		—	+	+	—	—	—	+	+	—	
Porphyre quartzifère	2		+		—			—	—	+	+	—	—	—	+	+	
Filon intermédiaire	26		—		—	+		+	—	+	+	—	+	—	—	+	
Enclave biotitique	6		+		—		+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	
Aplite	17				—	+	+	—	+	+	—	—	+	—	—	—	
Microgranite	27				—	—	+	—	+	+	—	—	+	—	—	+	
Gneiss mésocrates	1		+			—		—	+	+	+	—	—	+	—	+	
	8		+			—		—	+	+	+	—	—	+	—	+	
	20		+		+	—		—	+	+	+	+	—	+	—	+	
	24		+			—		—	+		+	—	—	—	+	—	
Enclave biotitique	23		—			—	+	—	—		+	—	—	—	+	+	

Tabl. I. Composition minéralogique de quelques échantillons représentatifs.

* Albite: — albite en échiquier;

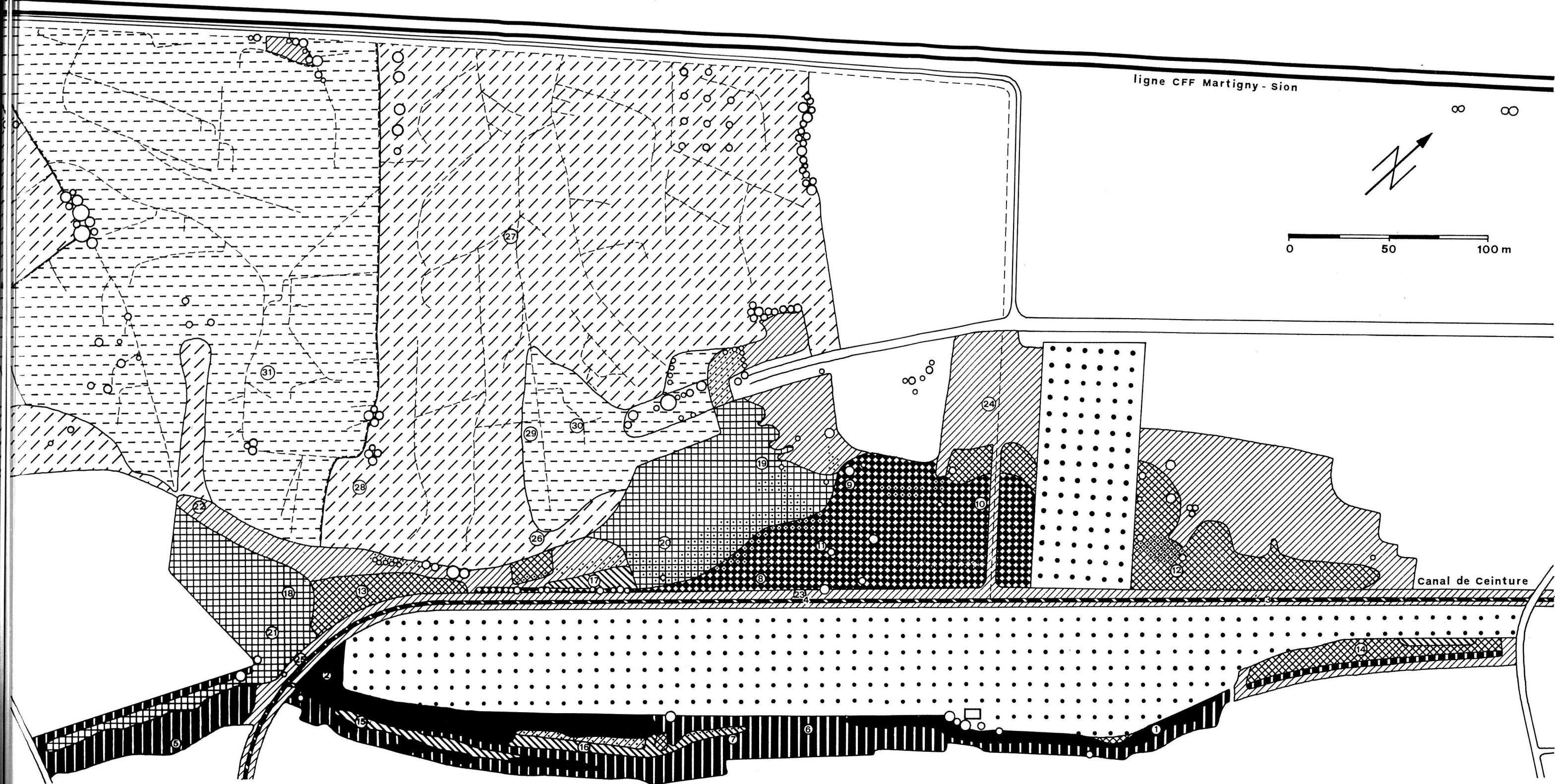
— plagioclase saussuritisé;

+ Minéraux dont le pourcentage volumique est inférieur à 5 %.



LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX
DU MARAIS DE
ST-PIERRE-DE-CLAGES

P. WERNER, C. REY (1979)



- A** **FOSSÉ A CHARA**
CHARETUM
- B** **CANAL A GLYCERIA**
GLYCERIETUM PLICATAE
- C** **ROSELIÈRE**
PHRAGMITETUM COMMUNIS
- D** **MAGNOCARIÇAIE**
CARICETUM ELATAE
- E** **GROUPEMENT A PHALARIS**
ET CALAMAGROSTIS
- F** **PARVOCARIÇAIE**
CARICION DAVALLIANAE
- G** **MOLINAIE**
MOLINIETUM
- H** **MÉGAPHORBIÉE**
VALERIANO-FILIPENDULETUM
- I** **PRAIRIE A FROMENTAL**
ARRHENATHERETUM
- J** **PRAIRIE A BROME**
MESOBROMETUM
- verger / peupleraie**
- arbres**
- zone à arbustes**
- bisse**
- relevé**

Au verso

Tabl. 1. Tableau phytosociologique des 31 relevés de 25 m² effectués dans les groupements végétaux A à J, dont la systématique est détaillée ci-dessus. Verticalement, sont énumérés arbres et arbustes, espèces caractéristiques et différentielles (—) — d'association (as), d'alliance (a), d'ordre (o) et de classe (c) — pour chaque groupement, espèces compagnes et enfin espèces accidentelles. Les chiffres d'abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET se rapportent à des pourcentages de couverture: 5. 100-75%, 4: 75-50, 3. 50-25, 2: 25-5, 1: 5-1, + : moins de 1, . : présent hors relevé.

Charetea fragilis
Krausch 64
Phragmitetea
Tx. et Preisg. 42

Charetalia hispidae
Sauer 37
Phragmitetalia
Koch 26

Charion asperae
Krausch 69
Phragmition
Koch 26
Sparganio-Glycerion
Br.-Bl. et Siss. 42
Magnocaricion
Koch 26

Charetum
Phragmitetum communis
Schmale 39
Glycerietum plicatae
Oberd. 57
Caricetum elatae
Koch 26
Phalaridetum arundinaceae
Libbert 31

A

C

B

D

E

Scheuchzerio-Caricetea fuscae
Nordh. 36
Molinio-Arrhenatheretea
Tx. 37

Toffieldietalia
Preisg. apud Oberd. 49
Molinetalia
Koch 26

Caricion davallianae
Klika 34
Molinion coerulae
Koch 26

Molinietum medioeuropaeum
Koch 26

F

G

Festuco-Brometea
Br.-Bl. et Tx. 43

Arrhenatheretalia
Pawl. 28
Brometalia erecti
Br.-Bl. 36

Arrhenatherion
Br.-Bl. 25
Mesobromion erecti
Br.-Bl. et Moor 38

Valeriano-Filipenduletum
Siss. 45
Arrhenatheretum medioeuropaeum
(Br.-Bl. 19) Oberd. 52
Mesobrometum
Scherr. 25

H

I

J

Groupement	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
No des relevés	1 2	3 4	5 6 7	8 9 10 11	12 13 14	15 16 17	18 19 20 21	22 23 24 25	26 27 28	29 30 31
Couverture (%)	40	30 100	80 100	90 90 90	100 100 100	90 70 85	90 100 95	100 100 100	100 100 100	100 100 100
Hauteur moyenne (m)	60	70 50	200 150 100	40 60 70 50	110 110 120	40 30 40	25 45 50 30	90 100 150 100	35 50 100 50	40 25 35 100
Nombre d'espèces	3 5	10 7	1 21 10 21	26 21 27 29	20 20 12	16 14 39	49 16 19 39	18 24 17 43	37 33 33 36	40 34 25 35
Arbres et arbustes										
Betula pendula										
Salix caprea										
Salix cinerea										
Salix nigricans										
Salix purpurea										
Viburnum opulus										
A as Chara sp.	3 5									
B as Glyceria plicata										
-Potamogeton densus										
a Nasturtium officinale										
Sparganium ramosum										
Veronica anagallis-aquatica										
C as Phragmites communis										
D as Carex elata										
Senecio paludosus										
-Epilobium palustre										
E as Phalaris arundinacea										
-Calamagrostis epigetos										
a Carex acutiformis										
Carex vesicaria										
Galium palustre										
Lycopus europaeus										
Mentha aquatica										
Poa palustris										
Scutellaria galericulata										
oc Alisma plantago-aquatica										
Eleocharis palustris										
Hypericum tetrapetrum										
Ranunculus lingua										
Typha angustifolia										
Typha latifolia										
F a Carex davalliana										
Epipactis palustris										
Eriophorum latifolium										
Orchis palustris										
-Carex panicea										
o Carex flava										
Parnassia palustris										
c Menyanthes trifoliata										
Pedicularis palustris										
Gas Allium angulosum										
a Carex tomentosa										
Galium boreale										
Inula salicina										
Molinia coerulea										
Ophioglossum vulgatum										
Polygala amarella										
Stachys officinalis										
Succisa pratensis										
Thalictrum flavum										
-Symphytum officinale										
Has Filipendula ulmaria										
-Convolvulus sepium										
a Angelica silvestris										
Epilobium hirsutum										
Eupatorium cannabinum										
Lythrum salicaria										
Mentha longifolia										
Stachys palustris										
Valeriana officinalis										
o Achillea ptarmica										
Caltha palustris										
Cirsium palustre										
Colchicum autumnale										
Equisetum palustre										
Genista tinctoria										
Juncus subnodulosus										
Lychnis flos-cuculi										
Selinum carvifolia										
Silaum silaus										
-Lysimachia vulgaris										
I as Arrhenatherum elatius										
a Crepis biennis										
Galium mollugo										
Knautia arvensis										
-Daucus carota										
o Achillea millefolium										
Chrysanthemum leucanthemum										
Pimpinella major										
Rhinanthus alectorolophus										
Tragopogon pratensis										
Trifolium repens										
Trisetum flavescens										
-Dactylis glomerata										
-Phleum pratense										
c Centaurea jacea										
Cerastium caespitosum										
Festuca rubra										
Holcus lanatus										
Lathyrus pratensis										
Leontodon hispidus										
Lotus corniculatus										
Plantago lanceolata										
Poa trivialis										
Prunella vulgaris										
Ranunculus acer										
Rhinanthus minor										
Rumex acetosa										
Trifolium pratense										
Vicia cracca										
J as Arabis hirsuta										
Avena pubescens										
Onobrychis viciifolia										
a Medicago lupulina										
Ononis repens										
o Bromus erectus										
Koeleria cristata										
c Anthriscus ramosus										
Anthyllus vulneraria										
Asperula cynanchica										
Brachypodium pinnatum										
Carex caryophylla										
Festuca ovina ovina										
Galium verum										
Pimpinella saxifraga										
Salvia pratensis										
Sanguisorba minor										
Stachys recta										
Trifolium montanum										
Compagnes										
Agrostis alba										
Agrostis canina										
Allium oleraceum										
Anthoxanthum odoratum										
Briza media										
Campanula rotundifolia										
Cerastium semidecandrum										
Cirsium arvense										
Deschampsia caespitosa										
Erucastrum nasturtiifolium										
Festuca arundinacea										
Festuca ovina capillata										
Filipendula hexapetala										
Juncus articulatus										
Juncus inflexus										
Juncus sp.										
Listera ovata										
Melilotus officinalis										
Myosotis caespitosa										
Orchis incarnata										
Pieris hieracioides										
Poa pratensis										
Potentilla erecta										
Potentilla reptans										
Ranunculus repens										
Senecio erucifolius										
Taraxacum palustre										
Tetragonolobus maritimus										

En plus, dans le relevé 1: Polygonum amphibium . 2: Hippuris vulgaris ., Schoenoplectus lacustris ., Schoenoplectus tabernaemontani . 3: Myosotis scorpioides . 6: Epilobium montanum . 7: Polygonum minus . 9: Frangula alnus ., Salix viminalis . 10: Carex paniculata ., Lysimachia punctata . 13: Galium aparine . 14: Carex hirta ., Gymnadenia conopsea . 16: Alnus incana ., Aster novii-belgii . 15: Utricularia minor . 17: Inula britannica 2. 18: Cuscuta epithymum ., Carex montana ., Linum catharticum . 22: Carex disticha 1, Galeopsis tetrahit 3, Senecio fuchsii . 23: Agropyron repens 2, Asparagus officinalis ., Carex distans ., Orchis militaris ., Rubus caesius ., Rumex crispus ., Solidago canadensis ., Sonchus arvensis ., Stellaria aquatica ., Tussilago farfara . 25: Artemisia vulgaris . 26: Knautia silvatica . 27: Myosotis arvensis . 28: Polygala vulgaris . 30: Inymus serpyllum 1.

Minéralogiquement, ces roches sont essentiellement quartzo-feldspathiques (table 1). Le microcline forme surtout les yeux. Il s'agit de microcline perthitique. Dans la pâte, il est plutôt rare et forme de petits cristaux.

Les yeux peuvent aussi être constitués d'albite en échiquier (ancien microcline remplacé par l'albite). Dans la pâte, la saussurite est abondante (ancien plagioclase plus basique remplacé par l'albite, la séricite et l'épidote). De plus, l'albite forme de nouveaux grains alpins.

Le quartz forme une texture polygonale, parfois faiblement engrenée.

Les cristaux sont en général de petite taille, souvent réunis en lits.

Ces roches contiennent des enclaves basiques, essentiellement biotitiques. A l'affleurement, ces enclaves sont très foncées, étirées parallèlement à la schistosité principale alpine.

La biotite, verte, parfois chloritisée, contient souvent en inclusion des aiguilles de rutile mâclé en sagénite.

b) Gneiss granitiques à phénocristaux de quartz

A l'affleurement, cette roche est grise, massive, assez grossièrement cristallisée, et contient des grains de quartz visibles à l'œil nu ($\rightarrow 0,5$ cm).

Les phénocristaux de quartz sont quelquefois subautomorphes (bipyramidaux). De plus, ces roches contiennent d'autres phénocristaux, de microcline perthitique et de plagioclase saussuritisé.

La pâte est constituée de quartz, de plagioclase saussuritisé, de microcline, de séricite, de biotite brun olive et comme minéraux accessoires: épidotes (pistachite, clinozoïsite, allanite), apatite, zircon et opaques.

c) Gneiss mésocrates

Ces roches sont également assez massives, à structure microoïllée homogène, parfois rubannée ou agmatitique. Leur coloration plus foncée est due à la présence de biotite brun rouge assez abondante.

Les feldspaths sont abondants, surtout le plagioclase saussuritisé. Le microcline est rare, concentré dans la phase leucocrate des roches rubannées.

Le quartz forme souvent de petits lits.

De plus ces roches contiennent de la séricite et des épidotes (pistachite, clinozoïsite et allanite) parfois en grande quantité, et comme accessoires: sphène, carbonate, apatite, zircon, opaques et rarement du grenat idiomorphe.

Ces gneiss mésocrates contiennent des enclaves biotitiques et amphibolitiques. Ces dernières, dont la description minéralogique n'apparaît pas dans la table 1, sont rubannées et plissées (plis reliques d'une ancienne phase de plissement). Elles affleurent dans les creux de la roche, car elles ont moins bien résisté à l'érosion que la roche encaissante.

Composition minéralogique de ces amphibolites (selon LABHART 1965):

- Hornblende (65 %);
- Plagioclase (34 %);
- Accessoires: Sphène et zircon.

Elles ont une texture granonématoblastique.

d) Microgranite

Quantitativement, cette roche n'est pas importante sur le terrain étudié. Elle n'affleure que dans une petite zone proche de la langue du glacier.

Il s'agit d'une roche à structure microgrenue. Elle est pauvre en biotite, et des plages verdâtres d'environ 0,5 cm signalent la présence de plagioclase saussuritisé. Des petits grenats oranges apparaissent quelquefois, concentrés sur des plans de cisaillement alpin (STECK et BURRI 1971).

C. Les intrusions hercyniennes

Des filons de trois types différents recoupent ce vieux socle:

- a) Porphyres quartzifères;
- b) Roches filonniennes intermédiaires leucocrates;
- c) Aplites.

a) Porphyres quartzifères

Ce sont des filons subparallèles à schistosité dominante de direction NE, d'une épaisseur inférieure à 10 mètres. Par rapport aux roches encaissantes, la schistosité alpine y est fortement développée.

La pâte de ces porphyres quartzifères est blastomylonitique. Des yeux de quartz et de feldspaths sont visibles sur l'affleurement, parfois cassés, toujours orientés parallèlement à la schistosité alpine.

Les phénocristaux de quartz sont subautomorphes (bipyramidaux) et corrodés (fig. 2).

Les phénocristaux de feldspath sont constitués de plagioclase saussuritisé.



Fig. 2 Cristal de quartz corrodé dans du porphyre quartzifère.

b) Roches filoniennes intermédiaires leucocrates

Le faciès de ces filons sur le terrain est très semblable aux porphyres quartzifères décrits ci-dessus.

Minéralogiquement, ceux-ci se distinguent par leur paragenèse plus basique. Ces roches contiennent notamment de l'actinote (env. 1 %), disposée en rosette.

Ces filons sont également orientés subparallèlement à la schistosité dominante.

c) Aplites

Les filons aplitiques leucocrates, d'une largeur en général inférieure au mètre, sillonnent les gneiss leucocrates à deux feldspaths au N du terrain. En effet, il semble y avoir un gradient de densité des filons aplitiques lorsqu'on s'approche du glacier.

Ils sont vraisemblablement liés à l'intrusion du granite central de l'Aar qui affleure au Märjelensee et qui plonge vers l'W sous cette région. Ils sont discordants sur la schistosité dominante, et souvent plissés.

Leur texture microscopique est subidiomorphe granoblastique. Les feldspaths sont du microcline perthitique, du plagioclase saussuritisé ainsi que de l'albite. On peut observer quelques associations myrmékites (intercroissance de quartz et d'albite).

D. Discussion

Dans ce paragraphe, je vais énumérer quelques problèmes pétrographiques et essayer, à l'aide des données déjà publiées, de retracer l'histoire probable de ces roches.

a) *Les gneiss œillés*

Nous avons vu que, malgré une minéralogie assez constante, les roches de cette région offrent une variété de structures macroscopiques: homogènes micro-œillées, œillées, avec des passages à des structures rubannées.

Les descriptions qui précèdent nous indiquent que les yeux sont de trois types différents:

— monocristallins:

a) idiomorphes (en gén. microcline perthitique);

b) xénomorphes (microcline perthitique ou albite en échiquier);

Ces yeux peuvent dans les deux cas être des phénocristaux (origine magmatique) ou des porphyroblastes (origine métamorphique).

— polycristallins:

c) microcline perthitique, albite en échiquier, quartz (tous en général xénomorphes).

L'origine de ces gneiss œillés est encore sujette à controverse.

Les différentes hypothèses d'explication sont les suivantes:

— Les gneiss œillés sont intrusifs. Un filon de gneiss œillés, dont les yeux de feldspath prouvent l'origine magmatique d'une façon certaine (selon le critère de FRASL) a été repéré par ZBINDEN non loin de cette région, à l'embouchure de la rivière d'Oberaletsch.

— Les gneiss œillés sont d'origine métamorphique. Dans ce cas, les roches métamorphisées peuvent être au départ ignées (orthogneiss) ou sédimentaires détritiques (paragneiss).

Aucun critère sûr ne nous permet de trancher cette question pour l'instant.

b) *Métamorphisme et structures*

— *métamorphisme:*

Le vieux socle du massif de l'Aar a subi plusieurs épisodes métamorphiques, le plus récent lors de l'orogénèse alpine. Quelques minéraux reliques témoignent de l'effet d'un ou plusieurs événements métamorphiques antéalpains. Les données minéralogiques concernant ces épisodes sont résumées dans la table 2.

Différents âges radiochronométriques (mesurés sur les biotites dans le massif de l'Aar (méthode Rb-Sr) WÜTHRICH 1965) nous permettent de cerner l'âge du métamorphisme alpin (faciès schistes verts) entre 18 et 12 millions d'années.

Les minéraux reliques et les structures migmatitiques témoignent d'un ou plusieurs événement(s) métamorphique(s) dans le faciès amphibolite élevé. L'âge et le nombre exact de ces épisodes restent encore à déterminer.

— *structures*

Du point de vue géométrique, le vieux socle du massif de l'Aar forme une structure en dôme, avec une culmination axiale dans la région de l'Aletschhorn. Une première schistosité alpine (S 1) de direction NE, avec un ellipsoïde de déformation aplati selon S 1 et étiré selon une direction L 1 subverticale, forme la structure dominante de la surface axiale de ce pli de socle.

Dans les gneiss migmatitiques, cette première schistosité est symméta-morphique (paragénèse dans le faciès schistes verts).

c) *Histoire sommaire du massif de l'Aar*

- Présence d'un socle antérieur au granite central de l'Aar, composé de divers gneiss.
- Migmatisation et recristallisation (une ou plusieurs phases). Formation probable des gneiss ocellés lors d'une migmatisation.
- Mise en place de granodiorites et de quartzdiorites (gneiss granitiques à phénocristaux de quartz).
- Intrusion du granite central de l'Aar (âge radiochronométrique: 280 millions d'années — méthode Rb-Sr sur roche totale — selon WÜTHRICH 1965). Mise en place du cortège filonien qui lui est lié:
 - filons aplitiques;
 - filons de porphyres quartzifères et de roches intermédiaires, qui sont interprétés comme des cheminées d'alimentation du volcanisme permien répandu dans les Alpes.

Tabl. II. Données minéralogiques concernant les différents épisodes métamorphiques.

	Reliques de paragenèse antéalpine		Paragenèse alpine
	Antémigmatisation	Migmatisation	
Gneiss leucocrates à deux feldspaths Gneiss granitiques à phénocristaux de quartz Microgranite Porphyres quartzifères Aplites		Quartz Plagioclase saussuritisé * Feldspath potassique Biotite brune Allanite Zircon	Quartz Albite Epidotes Séricite Calcite Microcline perthitique Biotite brun olive + rutile Chlorite + sphène Allanite (?) : Clinozoïsite Pistachite Opaques Rarement: Grenat
Roches filoniennes intermédiaires leucocrates		Plagioclase saussuritisé *	Saussurite Actinote
Gneiss mésocrates		Plagioclase saussuritisé * Quartz	Saussurite Quartz + Microcline perthitique Biotite brun rouge
Enclaves basiques	Hornblende	Biotite Actinote ou Hornblende II Plagioclase basique saussuritisé * * Cette saussuritisation est d'âge alpin	Biotite Actinote Saussurite

- Immersion du massif de l'Aar durant l'ère mésozoïque, dépôt de sédiments marins.
 - Au Tertiaire, déformations du massif de l'Aar liées à l'orogénèse alpine. Les sédiments mésozoïques du flanc sud du massif ont été charriés vers le N (nappe helvétique du Doldenhorn). Le socle et sa couverture autochtone ont subi un plissement avec formation d'une schistosité alpine, contemporaine d'une recristallisation régionale des roches dans le faciès schistes verts.
- Au cours d'une phase tardive de cette orogénèse, le massif de l'Aar actuel a été édifié par plissement et bombement du socle prétriasique, phénomènes accompagnés par une forte érosion.

III. LE QUATERNAIRE

Le glacier d'Aletsch est responsable de la morphologie actuelle de ce flanc de vallée. Son recul, souligné par de nombreux cordons morainiques, a provoqué l'apparition de tassements parfois spectaculaires.

A. Les moraines

La couverture morainique, assez mince, occupe une grande portion de la surface de la réserve. Elle est partiellement colonisée par la végétation qui est plus développée dans les zones où le déglacement est plus ancien.

Une coupe Grand Glacier d'Aletsch - Rieder Furka permet d'observer cinq stades morainiques différents, qui ne correspondent pas tous à des stades de réavancée.

a) Tout au bord du glacier, un dépôt de moraine fraîche est continuellement alimenté par le glacier. Le retrait de ce dernier semble être assez progressif, aucun cordon morainique n'étant édifié.

b) Au-dessous du lieu-dit Silbersand (direction N), à la cote 1920 m approximativement, un lambeau de cordon morainique, qui doit correspondre à un stade d'arrêt dans le retrait du glacier, est bien visible. Ce stade d'arrêt, d'après les données numériques du recul du glacier d'Aletsch, se situe autour des années 1912-1915. Il a également été enregistré dans le tassement récent au NW de Silbersand. Celui-ci, encore actif postérieurement au dépôt de la moraine, a provoqué un léger dénivellement des quelques crêtes qui le recouvraient.

c) A Silbersand, un complexe de cordons morainiques souligne les stades appelés couramment stades historiques.

Ces moraines étaient interprétées traditionnellement comme la trace de deux crues glaciaires qui eurent lieu vers les années 1600 et 1850. En fait, d'après les travaux récents de KING (1974) au col du Susten et de SCHNEEBELI et RÖTHLISBERGER (1976) dans la région d'Arolla, une succession de stades serait échelonnée dans le temps, dès le Boréal ancien déjà (env. 8000 ans BP²). Toutes ces crêtes ne correspondent peut-être pas à des réavancées des glaciers, mais peuvent aussi être attribuées à des stades d'arrêt.

Ces stades ont des amplitudes sensiblement égales, les crêtes sont par conséquent très rapprochées, et la distinction des différents stades très difficile.

Silbersand, comme son nom l'indique, est une petite plage de sable fin et de graviers. Il s'agit d'une terrasse, déposée dans un lac périglaciaire, à l'époque des stades historiques.

d) Environ 200 mètres plus haut, une crête morainique importante traverse la réserve sur toute sa longueur. Un chemin de la réserve (Moränenweg) emprunte cette crête sur une grande distance.

Ce stade, appelé couramment «Daun» dans la littérature, correspond vraisemblablement au dernier stade tardiglaciaire, qui connut son extension maximale au Dryas récent (environ 10 000 ans BP) (D. Aubert, *com. pers.*).

e) Le replat situé sous le col de Rieder Furka est tapissé de moraine de fond. Celle-ci est antérieure au stade décrit ci-dessus, donc anté-Dryas récent.

La présence de ce col, ainsi que de ce replat, suggère qu'à une certaine époque, le glacier d'Aletsch devait passer par dessus la crête à Rieder Furka, col de transfluence. Aucune trace de cordon morainique correspondant à ce stade n'est visible dans la région.

B. Les tassements

Le versant étudié est affecté de très nombreux tassements plus ou moins bien visibles.

² BP: before present. 8000 BP = env. 6000 avant J.-C.

Près du glacier, certains tassements récents sont encore actifs. Le plus spectaculaire est celui qui est situé au-dessous de Silbersand. Sa niche d'arrachement est soulignée par une falaise abrupte d'une hauteur de 50 mètres environ. Quelques crêtes morainiques légèrement dénivellées indiquent que ce tassement est récent, postérieur au stade d'arrêt de 1912-1915. De plus, la morphologie de la falaise, dont le bord supérieur est anguleux, contraste avec les roches environnantes, toujours polies, à angles émoussés.

D'autres tassements, plus anciens, affectent des masses de roches beaucoup plus importantes. Ils ne sont visibles que faiblement dans la topographie. De plus, ces roches n'ont vraisemblablement pas subi un déplacement très important; elles ne sont pas basculées car la direction de la schistosité est sensiblement constante sur tout le terrain. Les limites des niches d'arrachement ne sont déterminables qu'à l'aide de photos aériennes zénithales.

Comme presque toutes les roches de ce versant semblent avoir été affectées par ces tassements à grande échelle, et que l'ensemble est resté assez homogène, seules les niches d'arrachement ont été reportées sur la carte. A l'extrémité E du terrain, ce tassement généralisé est souligné par des arrières de tassements bien visibles, remplis d'éboulis, disposés en escalier le long du versant.

Le retrait du glacier est certainement à l'origine de ces tassements. En façonnant son lit, le glacier prélève du matériel sur les bords et au fond de la vallée. En se retirant, il abandonne des masses rocheuses en équilibre instable, qui se mettent en mouvement par gravité. Ce phénomène est certainement favorisé par la schistosité de la roche, qui est subparallèle à la vallée.

C. Les roches moutonnées

Le glacier a façonné une morphologie de roches moutonnées dans toute la région. Celles-ci sont particulièrement bien visibles sur le versant opposé de la vallée, qui n'est pas recouvert de forêt. Dans la réserve, où la végétation est beaucoup plus abondante, les cannelures sont très souvent occupées par de petits marais.

La direction générale des cannelures est parallèle à la schistosité, même aux endroits où l'écoulement du glacier était oblique à celle-ci. Cette schistosité crée, dans la roche, des plans de faiblesse où l'érosion glaciaire peut s'exercer plus vigoureusement.

Bibliographie

- AUBERT, D. *Etude des sédiments glaciaires du Haut-Valais*. Thèse à paraître. Université de Lausanne.
- FELLENBERG, E. von et C. MOESCH. 1893. *Geologische Beschreibung des Westlichen Theils des Aarmassivs, enthalten auf dem nördlich der Rhone gelegenen Theile des Blattes XVIII der Dufour-Karte*. Beitr. geol. Karte Schweiz 21.
- FRASL, G. 1954. *Anzeichen schmelzflüssigen und hochtemperierten Wachstums an den grossen Kaliefeldspäten einiger Porphygranite, Porphygranitgneise und Augengneise Österreichs*. Jb. geol. Bundesanst. 42/1: 71-131.
- HUTTENLOCHER, H. 1934. *Excursion Nr. 29: Brig-Oberaletschgletscher-Gr. Aletschgletscher-Riederalp-Mörel (Brig)*. Guide geol. de la Suisse, fasc. VII: 490-494.
- JAEGER, E., E. KEMPTER, E. NIGGLI et H. WÜTHRICH. 1961. *Biotit-Varietäten und Stilpnomelan im alpin metamorph überprägten Mittagfluh-Granit (Aarmassiv)*. BSMP 41/1: 117-126.
- KING, L. 1974. *Studien zur postglazialen Gletscher- und Vegetationsgeschichte des Sustenpassgebietes*. Basl. Beitr. Geogr., Heft 18: 5-121.
- LABHART, T.P. 1965. *Petrotektonische Untersuchungen am Südrand des Aarmassivs*. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 124.
- 1969. *Die petrologischen, tektonischen und radiometrischen Verhältnisse der Stollen der Electra-Massa*. BSMP 49/3: 467-490.
- SCHNEEBELI, W. et F. RÖTHLISBERGER. 1976. *8000 Jahre Walliser Geschichte*. Les Alpes, revue du CAS 52 (3/4): 5-57.
- STECK, A. 1966. *Petrographische und tektonische Untersuchungen am Zentralen Aaregranit und seinen altkristallinen Hüllgesteinen im westlichen Aarmassiv, im Gebiet Belalp- Grisighorn*. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 130.
- 1968. *Die alpidischen Strukturen in den Zentralen Aaregraniten des westlichen Aarmassivs*. Eclogae geol. Helv. 61/1: 19-48.
- 1976. *Albit-Oligoclas-Mineralgesellschaften der Peristeritlücke aus alpin-metamorphen Granitgneisen des Gotthardmassivs*. BSMP 56: 269-292.
- STECK, A. et G. BURRI. 1971. *Chemismus und Paragenesen von Granaten aus Granitgneisen der Grünschiefer- und Amphibolitfazies der Zentralalpen*. BSMP 51, 2/2: 534-538.
- WÜTHRICH, H. 1965. *Rb-Sr Alterbestimmungen am alpin metamorph überprägten Aarmassiv*. BSMP 45/2: 875-971.
- ZBINDEN, P. 1949. *Geologisch-petrographische Untersuchungen im Bereich südlicher Gneise des Aarmassivs (Oberwallis)*. BSMP 29/2: 221-356.